·论著·

基于竞争风险模型分析超高龄人群跌倒致长期卧床的危险因素及预测模型研究

徐云佳[1]，舒碧芸[2]，郑永韬[3]，陈挺[3]，来芬华[3]，倪梦姣[3]，罗秀兰[3]，吴恒璟[4*]

1.311200 浙江省杭州市萧山区第一人民医院老年病医学科
2.200120 上海市生物医药科技发展中心
3.311200 浙江省杭州市萧山区疾病预防控制中心
4.201600 上海市，同济大学附属养志康复医院（上海市阳光康复中心）智能康复临床研究中心
*通信作者：吴恒璟，助理研究员；E-mail：whjdata@126.com

【摘要】 **背景** 随着我国老龄化趋势的加剧，超高龄人群（≥ 80 岁）的数量也在不断增加，这类人群平衡感和反应能力会明显减弱，跌倒的发生的危害也远远高于其他年龄段的老年人，跌倒致长期卧床往往给家庭和社会造成严重的疾病负担，探究超高龄人群跌倒的潜在危险因素，可为此类人群的跌倒预防工作提供参考。**目的** 分析超高龄人群跌倒致长期卧床的危险因素并构建风险预测模型。**方法** 于 2015 年 3—11 月选取上海市及杭州市 5 个区县每年定期参与体检的超高龄人群作为研究对象，建立前瞻性队列研究并基于中国健康与养老追踪调查（CHARLS）问卷收集研究对象相关信息，随访观察跌倒致长期卧床（目标事件）和死亡（竞争事件）。采用竞争风险模型分析超高龄人群跌倒致长期卧床的影响因素；将竞争风险模型筛选出的独立危险因素构建超高龄人群跌倒致长期卧床风险预测模型列线图并绘制受试者工作特征（ROC）曲线来评价模型的准确性。**结果** 本研究共纳入 986 名超高龄老年人，其中男 431 名（43.7%）、女 555 名（56.3%），平均年龄为（89.8 ± 5.2）岁。经过 8 年的随访，失访 96 人，失访率为 9.74%；发生目标事件 165 人，发生率为 16.73%；发生竞争事件 134 人，发生率为 13.59%。竞争风险模型分析结果显示，在有竞争事件的影响下，肌力的增加（HR=1.071，95%CI=1.049~1.091）、年龄 >85 岁（HR=1.954，95%CI=1.255~3.042）、居住地为农村（HR=1.946，95%CI=1.385~2.731）、睡眠质量较差（HR=5.756，95%CI=3.904~8.491）、白内障（HR=1.832，95%CI=1.201~2.794）、糖尿病（HR=1.549，95%CI=1.121~2.143）、认知功能损害（HR=1.717，95%CI=1.258~2.344）为超高龄人群跌倒致长期卧床发生风险的独立危险因素（P<0.05）。超高龄人群跌倒致长期卧床风险预测模型的 ROC 曲线 AUC 为 0.798（95%CI=0.608~0.988），灵敏度为 0.841，特异度为 0.677。**结论** 超高龄人群跌倒致长期卧床的发生率达 16.73%，可根据肌力、年龄、居住地、睡眠质量、白内障和糖尿病患病情况、认知功能等因素，构建列线图预测模型定期评估超高龄人群的跌倒风险，需加强健康教育和社会支持，降低跌倒的发生率和跌倒致长期卧床的风险。

【关键词】 老年人，80 以上；跌倒；长期卧床；危险因素；列线图；队列研究；竞争风险模型

【中图分类号】 R 339.34 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0757

Risk Factors and Predictive Model of Long-term Bedridden Risk of Falls in Super-aged Population Based on Competing Risk Model Analysis

XU Yunjia[1]，*SHU Biyun*[2]，*ZHENG Yongtao*[3]，*CHEN Ting*[3]，*LAI Fenhua*[3]，*NI Mengjiao*[3]，*LUO Xiulan*[3]，*WU Hengjing*[4*]

1.*Department of Geriatric Medicine*，*the First People's Hospital of Xiaoshan District*，*Hangzhou* 311200，*China*
2.*Shanghai Center of Biomedicine Development*，*Shanghai* 200120，*China*
3.*Xiaoshan Center for Disease Control and Prevention*，*Hangzhou* 311200，*China*
4.*Clinical Center for Intelligent Rehabilitation Research*，*Shanghai YangZhi Rehabilitation Hospital*（*Shanghai Sunshine Rehabilitation Center*），*School of Medicine*，*Tongji University*，*Shanghai* 201600，*China*

基金项目：上海申康医院发展中心临床三年行动计划研究型医师能力项目（SHDC2022CRS049）

引用本文：徐云佳，舒碧芸，郑永韬，等. 基于竞争风险模型分析超高龄人群跌倒致长期卧床的危险因素及预测模型研究[J]. 中国全科医学，2023. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0757.［Epub ahead of print］.［www.chinagp.net］

XU Y J，SHU B Y，ZHENG Y T，et al. Risk factors and predictive model of long-term bedridden risk of falls in super-aged population based on competing risk model analysis［J］. Chinese General Practice，2023.［Epub ahead of print］.



*Corresponding author: WU Hengjing, assistant research fellow; Email: whjdata@126.com

【Abstract】 **Background** With the aging trend intensifying in China, the number of super-aged population (≥80 years old) is also increasing. This demographic faces a notable decline in balance and reaction capabilities, resulting in an elevated risk of falls than that of other age groups of the elderly. Falls leading to long-term bedridden risk of falls often pose a serious disease burden to families and society. Exploring the potential risk factors for falls in the super-aged people may provide reference for the fall prevention in this population. **Objective** To identify long-term bedridden risk of falls in super-aged population and develop a risk predictive model. **Methods** A prospective cohort study was conducted to collect relevant information based on the China Health and Retirement Longitudinal Study questionnaire among the super-aged people who regularly participate in annual physical examination in five districts and counties of Shanghai and Hangzhou from March to November 2015, and to follow up and observe long-term bedridden caused by falls (endpoint events) and death (competing events), a competing risk model was constructed to analyze the influencing factors of long-term bedridden caused by falls. **Results** A total of 986 super-aged individuals were included in this study, including 431 (43.7%) males and 555 (56.3%) females, with an average age of (89.8±5.2) years. After 8 years of follow-up, 96 people were lost to follow-up, with a loss rate of 9.74%; endpoint events occurred in 165 people with an incidence rate of 16.73%; 134 people had competing events, with an incidence rate of 13.59%. Competing risk model analysis showed an increase in muscle strength (HR=1.071, 95%CI=1.049-1.091), age>85 years (HR=1.954, 95%CI=1.255-3.042), rural household location (HR=1.946, 95%CI=1.385-2.731), poor sleep quality (HR=5.756, 95%CI=3.904-8.491), cataract (HR=1.832, 95%CI=1.201-2.794), diabetes (HR=1.549, 95%CI=1.121-2.143), cognitive impairment (HR=1.717, 95%CI=1.258-2.344) were independent risk factors for long-term bedridden caused by falls in elderly population under the influence of competing events, and the difference was statistically significant (P<0.05). The AUC of the ROC curve of the predictive model for the risk of falls resulting in long-term bedridden in the super-aged people was 0.798 (95%CI=0.608-0.988), with a sensitivity of 0.841 and a specificity of 0.677. **Conclusion** The incidence of long-term bedridden caused by falls in elderly population was 16.73%. A nomogram predictive model can be constructed based on factors such as muscle strength, age, household location, sleep quality, cataracts and diabetes status, cognitive function, to regularly assess the risk of falls in super-aged population. It is recommended to strengthen health education and social support, and reduce the incidence of falls and the risk of long-term bedridden caused by falls.

【Key words】 Aged, 80 and over; Falls; Long-term bedridden; Risk factors; Nomograms; Cohort studies; Competing risk models

第七次人口普查资料显示，中国 60 岁以上的老年人口达到 2.64 亿人口，占总人口的 18.7%，老龄化形势正在逐年加剧[1]。老龄化过程中威胁到老年人生命的伤害致死首要因素是跌倒[2]，老年人的跌倒极易造成髋部、脊椎骨等发生骨折，甚至内脏出血等严重后果，常常致其长期卧床直至生命终结，因此被称为“人生的最后一摔”。超高龄老年人群（80 岁以上）常伴有多种基础疾病，同时由于神经系统功能的进一步下降导致其平衡感和反应能力会明显减弱，在保持稳定的身体姿态和应对突发情况方面变得更加困难，这一群体因肌肉质量和骨密度减少，骨折等不良后果相较于其他年龄段的老年人往往更为严重，尤其髋部骨折给医疗和卧床护理带来极大挑战。跌倒所致的长期卧床状态可能引发肌肉萎缩、压疮等一系列健康问题，进而增加了家庭和社会的医疗负担。因此，深入了解超高龄人群的跌倒现状与危险因素，探究并建立可靠的预测模型，并针对其特殊情况进行跌倒预防工作，对我国健康老龄化具有重要的科学意义与现实意义。

1 资料和方法

1.1 研究对象

于 2015 年 3—11 月选取上海市浦东新区、嘉定区、普陀区及杭州市拱墅区、萧山区等 5 个区县每年定期参与体检的超高龄人群作为研究对象。纳入标准：年龄≥80 岁；知情同意且依从性较好；排除标准：坐轮椅者；生活无法自理者；严重的多器官功能不全及运动功能丧失者。本研究方案经过浙江省杭州市萧山区第一人民医院伦理委员会批准［批件号：萧一医伦审字 2023（科）第 049 号］。

采用多阶段分层随机抽样的方法，计划每个区县抽取 200 名左右，先将参与体检的老年人群按 5 个区县进行分层，然后对每个区县内按照村社为最小单位进行整群抽样，最终纳入研究对象共 986 名，研究对象筛选流程详见图 1。

1.2 相关事件定义

目标事件：研究对象在随访期间发生非自主、无意识的体位改变，倒在地面或比初始位置更低的平面上[3]，从而导致卧床或住院时间超过 4 周。

竞争事件：研究对象在目标事件出现前，因各种其

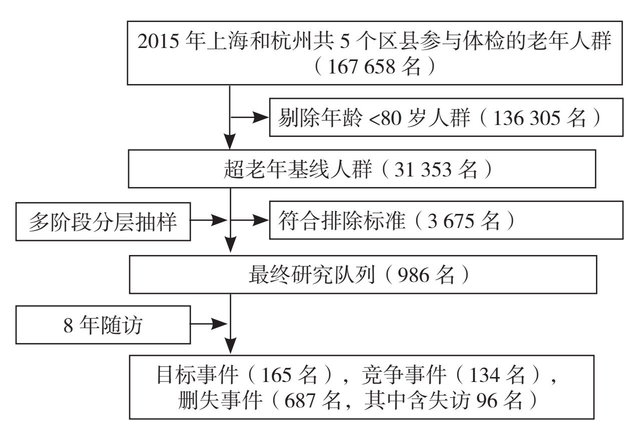


图 1 超高龄人群跌倒致长期卧床风险研究对象筛选流程图
Figure 1 Flow chart for the screening of subjects for the study of long-term bedridden risk of falls in super-aged population

他原因（疾病、伤害等）导致的死亡或长期卧床而无法观察到目标事件。

删失事件：研究对象在研究结束时未发生到目标事件或竞争事件；研究对象经过电话、实地等多种方式确实无法联系上或明确退出研究。

1.3 研究方法

对所有纳入研究的研究对象进行每年 1 次的随访调查，由统一培训后的调查医师采取线下面对面或线上相结合的方式调研，2015 年 12 月—2023 年 1 月共进行了 8 轮随访，每轮随访周期为 2~4 周（历年完成时间节点：2015 年 12 月、2016 年 10 月、2017 年 11 月、2018 年 10 月、2019 年 10 月、2020 年 9 月、2021 年 12 月、2022 年 12 月）。

调查问卷基于中国健康与养老追踪调查（China Health and Retirement Longitudinal Study，CHARLS）的内容进行改进[4]，该问卷设计严谨科学，在学界得到广泛认可，主要包括一般人口学资料（年龄、性别、文化程度、居住情况等）、研究事件发生情况（跌倒卧床、死亡、失访等）、生活方式及健康行为情况（吸烟、饮酒、睡眠等）、体检资料情况（BMI、慢性疾病史、认知功能、肌力等）。

睡眠质量评价：采用匹兹堡睡眠质量指数（Pittsburgh Sleep Quality Index，PSQI）[5] 评价研究对象近 1 个月的主观睡眠质量，总分为 21 分，得分越高，表明睡眠质量越差，PSQI 总得分≥ 11 分为存在睡眠质量较差。

认知功能评价：采用简易精神状态检查量表（Mini-Mental State Examination，MMSE）[6] 进行认知功能评价，该量表总分为 30 分，27~30 分为正常，<27 分为认知功能障碍。

1.4 统计学方法

运用 R 4.2.2 软件统计描述和分析，符合正态分布的计量资料以（$\bar{x} \pm s$）表示，计数资料以构成比表示，单因素分析组间比较采用 Fine-Gray 检验[7]。采用竞争风险模型分析超高龄人群跌倒致长期卧床的影响因素[8]，使用“cmprsk”、“rms”、“mstate”等包构建列线图预测模型[9]，并绘制受试者工作特征（ROC）曲线并计算 ROC 曲线下面积（AUC）来评价模型的准确性。检验水准 α=0.05，以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 总体情况

986 名超高龄老年人中男 431 名（43.7%）、女 555 名（56.3%），年龄分布为 81~99 岁，平均年龄为（89.8 ± 5.2）岁。经过 8 年的随访，经电话、工作人员实地走访等多种方式确认失访的研究对象 96 名，失访率为 9.74%，发生跌倒致长期卧床（目标事件）的研究对象共 165 名，目标事件发生率为 16.73%，在发生目标事件之前死亡（竞争事件）的研究对象 134 人，竞争事件发生率为 13.59%。

2.2 超高龄人群跌倒致长期卧床风险的单因素分析

Fine-Gray 检验结果显示，在竞争事件的影响下，肌力、年龄、BMI、居住地、睡眠质量、跌倒史、居住情况、白内障、听力障碍、糖尿病、认知功能是超高龄人群跌倒致长期卧床的影响因素（P<0.05），见表 1。

2.3 超高龄人群跌倒致长期卧床的竞争风险模型分析

将上述单因素分析差异有统计学意义的 11 个变量纳入竞争风险模型中（变量赋值情况见表 2），分析结果显示，在竞争事件的影响下，肌力增加（HR=1.071，95%CI=1.049~1.091）、年龄 >85 岁（HR=1.954，95%CI=1.255~3.042）、居住地为农村（HR=1.946，95%CI=1.385~2.731）、睡眠质量较差（HR=5.756，95%CI=3.904~8.491）、白内障（HR=1.832，95%CI=1.201~2.794）、糖尿病（HR=1.549，95%CI=1.121~2.143）、认知功能损害（HR=1.717，95%CI=1.258~2.344）为超高龄人群跌倒致长期卧床发生风险的独立危险因素（P<0.05），见表 3。

2.4 超高龄人群跌倒致长期卧床的风险预测模型建立

将上述竞争风险模型分析差异有统计学意义的变量导入 R 软件后构建列线图预测模型，见图 2，每个个体可针对图上 7 个影响因素对应的分值，计算出相加的总分值，总分值相对应的概率即为该个体跌倒致长期卧床的发生风险概率。列线图预测模型中的总分值计算公式 =0.179 × 肌力 +0.716 ×（年龄 -1）+1.254 ×（居住地 -1）+10 ×（睡眠质量 -1）+1.612 ×（白内障 -1）+1.456 ×（糖尿病 -1）+1.857 ×（认知功能 -1）；发生风险概率的计算公式 =-0.025% × 总分值^3+0.456% × 总分值^2+5.250% × 总分值 -6.590%。同时绘制 ROC 曲线来评价模型的预测效果，结果显示，超

表 1 超高龄人群跌倒致长期卧床风险的单因素分析结果

Table 1 Univariate analysis results of long-term bedridden risk of falls in super-aged population

变量	跌倒致长期卧床（n=165）	竞争事件（n=134）	检验统计量值	P 值	变量	跌倒致长期卧床（n=165）	竞争事件（n=134）	检验统计量值	P 值
肌力（$\bar{x} \pm s$，kg）	23.56 ± 7.20	17.54 ± 7.80	10.901	<0.001	居住情况［名（%）］			7.821	0.005
性别［名（%）］			1.819	0.177	非独居	130（78.8）	107（79.9）		
男	101（61.2）	75（56.0）			独居	35（21.2）	27（20.1）		
女	64（38.8）	59（44.0）			白内障［名（%）］			8.897	0.003
年龄［名（%）］			11.648	<0.001	无	25（15.2）	35（26.1）		
≤ 85 岁	23（13.9）	42（31.3）			有	140（84.8）	99（73.9）		
>85 岁	142（86.1）	92（68.7）			听力障碍［名（%）］			5.421	0.020
BMI［名（%）］			7.161	0.028	无	34（20.6）	28（20.9）		
<18.5 kg/m²	40（24.2）	40（29.9）			有	131（79.4）	106（79.1）		
18.5~23.9 kg/m²	87（52.7）	57（42.5）			高血压［名（%）］			1.192	0.275
>23.9 kg/m²	38（23.1）	37（27.6）			无	47（28.5）	40（29.9）		
居住地［名（%）］			35.331	<0.001	有	118（71.5）	94（70.1）		
城市	40（24.2）	51（38.1）			糖尿病［名（%）］			35.688	<0.001
农村	125（75.8）	83（61.9）			无	62（37.6）	69（51.5）		
教育程度［名（%）］			1.823	0.402	有	103（62.4）	65（48.5）		
小学及以下	121（73.4）	98（73.1）			高血脂［名（%）］			2.101	0.147
中学	22（13.3）	22（16.4）			无	77（46.7）	69（51.5）		
大专及以上	22（13.3）	14（10.5）			有	88（53.3）	65（48.5）		
睡眠时长［名（%）］			0.318	0.853	吸烟［名（%）］			0.533	0.766
<6 h/d	55（33.3）	52（38.8）			从未	92（55.8）	78（58.2）		
6~9 h/d	53（32.1）	44（32.8）			戒烟	36（21.8）	34（25.4）		
>9 h/d	57（34.6）	38（28.4）			在吸	37（22.4）	22（16.4）		
睡眠质量［名（%）］			216.695	<0.001	饮酒［名（%）］			0.577	0.749
正常	41（24.8）	48（35.8）			不饮酒	101（61.2）	86（64.2）		
较差	124（75.2）	86（64.2）			≤ 4 次 / 月	9（5.5）	9（6.7）		
跌倒史［名（%）］			15.141	<0.001	>4 次 / 月	55（33.3）	39（29.1）		
无	95（57.6）	87（64.9）			认知功能［名（%）］			19.086	<0.001
有	70（42.4）	47（35.1）			正常	99（60.0）	99（73.9）		
					损害	66（40.0）	35（26.1）		

高龄人群跌倒致长期卧床风险预测模型的 AUC 为 0.798（95%*CI*=0.608~0.988），灵敏度为 0.841，特异度为 0.677，见图 3。

3 讨论

超高龄人群由于年龄的增加和身体机能的下降，更易受到内外部因素的影响而发生跌倒，这类人群的跌倒后卧床或死亡常造成严重的疾病负担[10]。不少流行病学调查数据也显示，80 岁以上的超高龄人群跌倒的发生比例和风险及危害远远高于其他年龄段的老年人，长期卧床可能会引起肌肉萎缩、关节僵硬、肺部感染、压疮等一系列临床病症，同时还会导致心理上的不适和社交隔离，从而导致抑郁和孤独等心理疾病[11]。因此，针对超高龄人群的跌倒预防显得十分重要。本研究立足于每年定期参与体检的老年人群作为研究对象，建立起长期随访的研究队列，并将 CHARLS 问卷进行精简和改进，基于竞争风险模型探究超高龄人群跌倒致长期卧床的影响因素，同时构建超高龄人群跌倒致长期卧床的预测模型，更加便于实际的操作和应用。本研究发现，随访期间超高龄人群跌倒致长期卧床的累计发生率为 16.73%，依据不同学者的分析结果，80 岁以上的老年人跌倒的发生率分别为 22.60%、26.47%、27.3%[11-13]。本研究的目标事件是跌倒并随后致长期卧床，从侧面也可以看出超高龄人群跌倒后致长期卧床的比例较高，疾病负担较重。本研究结果显示，肌力增加、年龄 >85 岁、居住地为农村、睡眠质量较差、白内障、糖尿病、认知功能损害为超高龄人群跌倒致长期卧床发生风险的独立危险因素。

超高龄人群肌力的增加是其跌倒致长期卧床的危险因素，在老年人中，肌力的增加可能改善生活质量和身

表 2　竞争风险模型分析变量赋值表

Table 2　Assignment of variables in the competing risk model analysis

变量	赋值
随访结局	删失 =0，跌倒致长期卧床 =1，竞争事件 =2
年龄	≤ 85 岁 =0，>85 岁 =1
居住地	城市 =0，农村 =1
BMI	18.5~23.9 kg/m²=0，<18.5 kg/m²=1，>23.9 kg/m²=2
睡眠质量	正常 =0，较差 =1
跌倒史	无 =0，有 =1
居住情况	非独居 =0，独居 =1
白内障	无 =0，有 =1
听力障碍	无 =0，有 =1
糖尿病	否 =0，是 =1
认知功能	正常 =0，损害 =1

表 3　超高龄人群跌倒致长期卧床的竞争风险模型分析

Table 3　Competing risk model analysis of long-term bedridden risk of falls in super-aged population

变量	β	z 值	P 值	HR 值	95%CI
肌力	0.068	6.862	<0.001	1.071	1.049~1.091
年龄 >85 岁	0.670	2.966	0.003	1.954	1.255~3.042
居住地为农村	0.666	3.837	<0.001	1.946	1.385~2.731
BMI（以 18.5~23.9 kg/m² 为参考）					
<18.5 kg/m²	-0.163	-0.859	0.390	0.849	0.585~1.230
>23.9 kg/m²	-0.310	-1.675	0.094	0.733	0.513~1.054
睡眠质量较差	1.750	8.833	<0.001	5.756	3.904~8.491
跌倒史	0.253	1.618	0.110	1.288	0.948~1.752
独居	0.119	0.656	0.510	1.126	0.789~1.612
白内障	0.605	2.81	0.005	1.832	1.201~2.794
听力障碍	0.177	0.977	0.330	1.193	0.837~1.701
糖尿病	0.438	2.649	0.008	1.549	1.121~2.143
认知功能损害	0.541	3.409	0.001	1.717	1.258~2.344

体功能[14]；既往研究显示，肌力增加与跌倒风险增加之间存在关联，肌力增加过快或不平衡会增加跌倒风险[15-16]，尤其是上肢的肌力异常是老年人多次跌倒的危险因素[17]，这类老年人也常常存在衰弱综合征，更加不利于跌倒后的康复和更易出现长期卧床的现象，因此超高龄人群应当依据自身的身体状况适当进行肌力训练，避免肌力发展的不平衡。本研究人群属于超高龄，在此类人群中年龄越大跌倒致长期卧床的风险越高，>85 岁的超高龄人群出现步态障碍的比例更是超过了 50%[12]，反应能力、平衡能力的下降导致其跌倒发生率的上升，因超高龄人群身体机能的衰退使其卧床直至生命终结的可能性较大。居住地对跌倒致长期卧床也有影响，农村地区的跌倒发生率普遍高于城市[13，18-19]，可能是农村地区相较于城市基础设施落后，道路不平等因素导致跌倒发生率偏高[20]，而城市地区大多为社区居住，定期体检等医疗健康保障较好，跌倒后也能够及

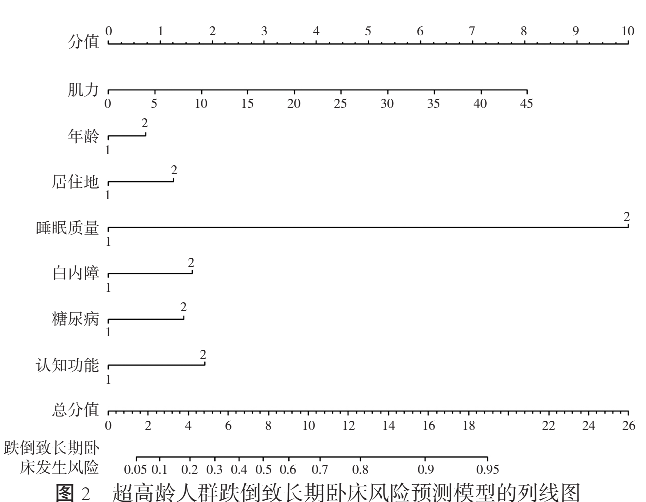


图 2　超高龄人群跌倒致长期卧床风险预测模型的列线图

Figure 2　Nomogram of the predictive model for long-term bedridden risk of falls in super-aged population

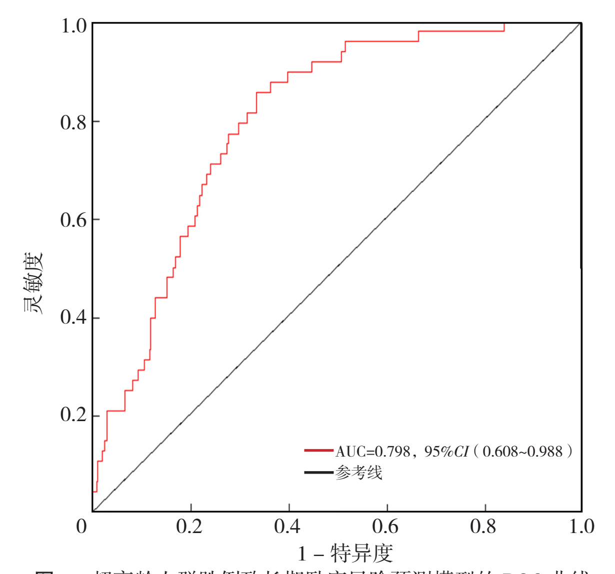


图 3　超高龄人群跌倒致长期卧床风险预测模型的 ROC 曲线

Figure 3　ROC curve of the predictive model for long-term bedridden risk of falls in super-aged population

时得到治疗和康复，一定程度上降低了跌倒后长期卧床的风险，说明在不同地区和环境下老年人可能会面临不同的健康风险[21]，需要额外关注农村地区的高龄老人生活现状和采取有针对性的预防措施，如完善防跌倒的基础设施设备、加强农村地区老年人康复治疗力量等。睡眠质量也是超高龄人群跌倒致长期卧床的独立影响因素，睡眠质量差常常表现为夜间异醒、睡眠表浅，多项研究结果显示早醒次数多、睡眠质量差的高龄老人跌倒发生风险更大[22-23]。夜间慢波睡眠减少，睡眠周期缩短和紊乱可能会促使白天的睡意增加，注意力下降，增加跌倒的风险，而较差的睡眠质量也会影响高龄老人跌倒后的康复效果，提示需要对睡眠质量较差的超高龄人群普及正确的睡眠卫生知识，基层医护人员加强基对此类人群的用药指导，严格遵医嘱使用催眠药物等。

在既往的研究中，超高龄人群中常见的诸多慢性病，如听力障碍、肾脏病、脑卒中以及某些中枢退行性疾病等均可能与跌倒发生风险存在关联[24]。本研究发现，白内障和糖尿病是超高龄人群跌倒致长期卧床的独立危险因素。白内障是老年人最常见的眼部疾患，视力障碍与老年人的跌倒存在相关关系[25]，白内障患者对周围环境的危险因素感知变差，意外跌倒的可能性增加；糖尿病常常引起周围血管病变，血液循环异常以及足部病变，从而导致步态不稳，糖尿病还会导致的视网膜微血管损害，视力的进一步损害，严重者可致盲，同时糖尿病“三多一少”的典型症状夜间起夜次数增加[26]，以上均会导致超老年人群跌倒可能的增加，而这些慢性病的存在进一步加剧了长期卧床的风险。因此社区慢性病的规范管理尤为重要，需要推动社区慢性病的治疗向康复和预防转型，降低慢性病群体的疾病负担，提高超高龄人群晚年生活质量水平。随着年龄的增加，老年人群中认知功能障碍的发生率也在增加，且是一种不可逆性的病症，认知功能对超高龄人群是一个综合性评价指标，常常与精神状态、注意力和身体平衡协调能力密切相关，步态控制能力、注意力下降，对周围环境不能及时应变导致了跌倒的发生，之前也有很多类似的研究报道过认知功能和跌倒的关系[27-29]。因此在日常生活中要尤其重视认知功能障碍的早期识别，对已经发生认知功能障碍的超高龄人群应注意跌倒的预防，尽量降低跌倒致长期卧床的发生率，这对改善超高龄人群的晚年生活质量具有十分重要的意义。

本研究为方便结果的解读和查看绘制了超高龄人群跌倒致长期卧床风险预测模型的列线图，此图涵盖了本研究分析的一系列危险因素和预测因素，这些因素在理论上与超高龄人群跌倒长期卧床风险密切相关，变量最初的选择依据包括先前的研究结果以及与我们的研究问题的相关性，通过列线图可以更加直观的发现这些诸多预测因素对研究结局的风险程度大小不一，这可以用于指导老年护理实践，特别是在筛选需要更密切监测和干预的高风险个体方面，有助于提高超高龄人群跌倒致长期卧床风险的预防和管理。本研究构建的超高龄人群跌倒致长期卧床风险预测模型 ROC 曲线 AUC 接近 0.8，灵敏度和特异度均较为理想，提示该模型在预测超高龄人群长期卧床风险方面表现出较高的准确性。

既往研究大多是针对老年人跌倒的相关因素探究，不同的研究对于跌倒定义的理解可能不同，导致最终的结果可能会有些偏倚，本研究的结局是跌倒并致长期卧床，更加客观的定义了研究的观察结局，同时增加了此结局健康行为的风险预测，使得研究更加贴近简便性和实用性。本研究存在一定的局限性：首先，受限于实际工作量的考虑，对超高龄人群的跌倒次数量化、日常用药情况、运动能力评估等重要变量信息缺失，可能会对研究结果的产生一定的影响；其次，对于建立预测模型来说，本研究的数据量还较小，因此只进行了训练集的运算，AUC 的可信区间也较宽，未来还需要更大的样本量，对模型进行内部验证和外部验证。

综上，肌力增加、年龄 >85 岁、居住地为农村、睡眠质量较差、白内障、糖尿病、认知功能损害可能为超高龄人群跌倒致长期卧床发生风险的独立危险因素。针对发现的风险因素，应建立完善的社会支持系统，改善居住环境，加强跌倒的预防和教育宣传工作，定期评估超老年人群的跌倒风险，提高预防保健水平，降低跌倒的发生率和跌倒致长期卧床的风险。

作者贡献：徐云佳负责论文数据分析和初稿撰写；舒碧芸负责上海部分的数据收集整理、绘制图表并协助设计研究思路；郑永韬负责论文数据整理清洗和数据分析，协助初稿撰写；陈挺、来芬华负责杭州部分数据的收集整理；倪梦姣、罗秀兰负责数据整合录入，协助参与论文内容格式修改；吴恒璟提出研究思路、提供研究资源和经费支持、完善论文最终内容并对论文负责。

本文无利益冲突。

徐云佳：https://orcid.org/0009-0009-6852-9449

参考文献

[1] 国家统计局，国务院第七次全国人口普查领导小组办公室. 第七次全国人口普查公报［R］. 2021.

[2] 王宇. 全国疾病监测系统死因监测数据集 2009［M］. 北京：军事医学科学出版社，2012.

[3] FEDER G，CRYER C，DONOVAN S，et al. Guidelines for the prevention of falls in people over 65. The Guidelines' Development Group［J］. BMJ，2000，321（7267）：1007-1011. DOI：10.1136/bmj.321.7267.1007.

[4] China Health and Retirement Longitudinal Study（CHARLS）. China Health and Retirement Longitudinal Study：2011 CHARLS Wave1（Baseline）［EB/OL］.（2013-01-01）［2023-07-25］. https://www.gov.uk/research-for-development-outputs/china-health-and-retirement-longitudinal-study-2011-charls-wave1-baseline#contents.

[5] BUYSSE D J，REYNOLDS C F 3rd，MONK T H，et al. The Pittsburgh Sleep Quality Index：a new instrument for psychiatric practice and research［J］. Psychiatry Res，1989，28（2）：193-213. DOI：10.1016/0165-1781(89)90047-4.

[6] Independent Hospital Pricing Authority（IHPA）. Standardised Mini-Mental State Examination（SMMSE）-Guidelines for administration and scoring instructions （text version）［J］. Australian Government Department of Health.［2023-07-25］. http://www.health.gov.au/internet/ihpa/publishing.nsf/Content/sm.

[7] HALLER B，SCHMIDT G，ULM K. Applying competing risks regression models：an overview［J］. Lifetime Data Anal，2013，19（1）：33-58. DOI：10.1007/s10985-012-9230-8.

[8] DIGNAM JAMES J，QIANG Z，MASHA K. The use and interpretation of competing risks regression models［J］. Clin Cancer Res，2012，18（8）：2301-2308. DOI：10.1158/1078-0432. CCR-11-2097.
[9] KATTAN M W，HELLER G，BRENNAN M F. A competing-risks nomogram for sarcoma-specific death following local recurrence［J］. Stat Med，2003，22（22）：3515-3525. DOI：10.1002/sim.1574.
[10] 胡依，郭芮绮，闵淑慧，等. 1990—2019年中国老年人群跌倒疾病负担分析［J］. 现代预防医学，2021，48（9）：1542-1545，1630.
[11] 路俊英，郭冬霞，李芳伟，等. 中国老年人跌倒发生现状及影响因素［J］. 郑州大学学报（医学版），2020，55（5）：662-667. DOI：10.13705/j.issn.1671-6825.2020.07.052.
[12] 桂慧雯，刘军. 步态障碍的分类与诊断治疗［J］. 中国现代神经疾病杂志，2011，11（1）：18-21. DOI：10.3969/j.issn.1672-6731.2011.01.005.
[13] 康宁，于海军，陆晓敏，等. 中国老年人跌倒发生率的Meta分析［J］. 中国循证医学杂志，2022，22（10）：1142-1148.
[14] AGMON M，BELZA B，NGUYEN H Q，et al. A systematic review of interventions conducted in clinical or community settings to improve dual-task postural control in older adults［J］. Clin Interv Aging，2014，9：477-492. DOI：10.2147/CIA.S54978.
[15] GRANACHER U，GOLLHOFER A，HORTOBÁGYI T，et al. The importance of trunk muscle strength for balance，functional performance，and fall prevention in seniors：a systematic review［J］. Sports Med，2013，43（7）：627-641. DOI：10.1007/s40279-013-0041-1.
[16] SASAKI H，KASAGI F，YAMADA M，et al. Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons［J］. Am J Med，2007，120（4）：337-342. DOI：10.1016/j.amjmed.2006.04.018.
[17] 姜宜君，郑乔木，邹敏，等. 跌倒损伤入院老年人单次与多次跌倒特征及危险因素的比较研究［J］. 中国护理管理，2021，21（6）：861-865. DOI：10.3969/j.issn.1672-1756.2021.06.013.
[18] 齐士格，王志会，王丽敏，等. 2013年中国老年居民跌倒伤害流行状况分析［J］. 中华流行病学杂志，2018，39（4）：439-442.. DOI：10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.04.010.
[19] 廖婷婷，林立丰，林夏子，等. 广东省老年人跌倒及其影响因素和平衡能力受损现况［J］. 中华疾病控制杂志，2022，26（7）：851-856. DOI：10.16462/j.cnki.zhjbkz.2022.07.018.
[20] 邴婧莹，李熹，李桐瑶，等. 居家养老老年人跌倒现状及影响因素研究［J］. 现代预防医学，2022，49（1）：110-114，151.
[21] 郭雁飞，马文军，张庆军，等. 中国8个省份50岁及以上人群跌倒伤害及其危险因素横断面研究［J］. 中华流行病学杂志，2018，39（3）：258-263. DOI：10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.03.002.
[22] HELBIG A K，DÖRING A，HEIER M，et al. Association between sleep disturbances and falls among the elderly：results from the German Cooperative Health Research in the Region of Augsburg-Age study［J］. Sleep Med，2013，14（12）：1356-1363. DOI：10.1016/j.sleep.2013.09.004.
[23] 赵晶，陈长香. 唐山市社区高龄老人跌倒风险与睡眠质量及其自我行为关系［J］. 中国公共卫生，2020，36（7）：1006-1009. DOI：10.11847/zgggws1118918.
[24] 林进龙，魏玥，陈功，等. 中国老年人不同严重程度跌倒风险与慢性病和睡眠的关联研究［J］. 中华疾病控制杂志，2021，25（1）：25-31. DOI：10.16462/j.cnki.zhjbkz.2021.01.006.
[25] 刘苗雨，张建，林剑浩，等. 老年人视功能损害与跌倒相关性的研究进展［J］. 中华眼科医学杂志：电子版，2019，9（3）：177-181. DOI：10.3877/cma.j.issn.2095-2007.2019.03.009.
[26] 谢志权. 老年2型糖尿病患者合并肌少症与肌功能减退的相关因素及跌倒风险分析［D］. 广州：南方医科大学，2019.
[27] 马雅军，李晓东，胡志灏，等. 老年人认知功能和跌倒的关系研究［J］. 中国全科医学，2019，22（15）：1784-1788. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.118.
[28] KIM J H. Experiences of falling and depression：results from the Korean longitudinal study of ageing［J］. J Affect Disord，2021，281：174-182. DOI：10.1016/j.jad.2020.12.026.
[29] DELBAERE K，KOCHAN N A，CLOSE J C，et al. Mild cognitive impairment as a predictor of falls in community-dwelling older people［J］. Am J Geriatr Psychiatry，2012，20（10）：845-853. DOI：10.1097/JGP.0b013e31824afbc4.

（收稿日期：2023-10-30；修回日期：2023-12-25）
（本文编辑：康艳辉）